

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-229639

(43)Date of publication of application : 19.08.1992

(51)Int.Cl.

H01L 23/04

H01L 23/02

(21)Application number : 03-110914

(71)Applicant : MOTOROLA INC

(22)Date of filing : 16.04.1991

(72)Inventor : WASMER WILLIAM D
GILLESPIE PETER J
LIPPMANN JAMES G
LE HIEP M

(30)Priority

Priority number : 90 516656

Priority date : 30.04.1990

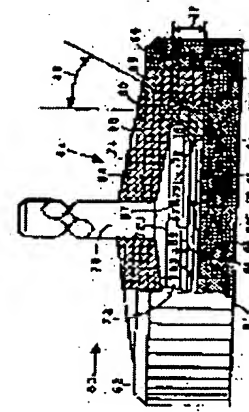
Priority country : US

(54) RECTIFIER AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a semiconductor diode, which is increased in mechanical strength and temperature cycle durability by using a minimum number components and low-priced materials.

CONSTITUTION: This rectifier is used for a vehicle, etc., and formed by soldering a diode chip 66 to the cavity 64 of a metal base 62 with a metal side wall 69, soldering the head 72 of a shaft lead 62 to a chip, and filling a cavity with a sealant 88. A partition 80 which slants outside is provided around the chip and in the cavity to nearly the same height. The sealant covers a lead head and the partition and also fills the space 89 between the partition and the sidewall of the base. This has all its components fixed together and actualizes improved reliability and the stiffness of the lead at a low price.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-229639

(43) 公開日 平成4年(1992)8月19日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 23/04	C	7220-4M		
23/02	B	7220-4M		

審査請求 未請求 請求項の数2(全10頁)

(21) 出願番号 特願平3-110914

(22) 出願日 平成3年(1991)4月16日

(31) 優先権主張番号 516, 656

(32) 優先日 1990年4月30日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390009597

モトローラ・インコーポレイテッド
MOTOROLA INCORPORATED

アメリカ合衆国イリノイ州シヤンパーグ、
イースト・アルゴンクイン・ロード1303

(72) 発明者 ウィリアム・デイ・ウオズマ

アメリカ合衆国アリゾナ州 85268、フア
ウンテン・ヒルズ、イースト・パロミノ
15264

(74) 代理人 弁理士 池内 義明

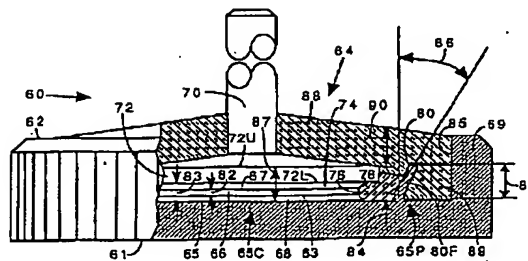
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 整流器およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 最少数の部品および低価格の材料を用いて機械的強度および温度サイクル耐久性を増大した半導体ダイオードを提供する。

【構成】 車両などの用途に使用される整流器であって、金属側壁(69)を有する金属ベース(62)における空洞(64)にダイオードチップ(66)を半田付けし、軸リード(70)のヘッド(72)をチップに半田付けし、かつ前記空洞を封入材(88)で充填することにより形成する。前記チップのまわりにかつほぼ同じ高さに前記空洞内に外側に傾斜したパーティション(80)が設けられる。封入材はリードヘッドおよびパーティションを覆い、かつパーティションおよびベースの側壁の間の空間(89)を満たす。これはすべての部品を一緒に固定し、改良された信頼性およびリードの健全さを低価格で実現する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向する第1および第2の主面を備えた金属ベース(62)であって該ベース(62)内に前記第1の面から伸びている空洞(64)を備え、前記空洞(64)は底部(65)および該底部(65)および前記第1の面の間に伸びている側部(69)を備え、前記空洞(64)の底部(65)は整流器ダイ(66)を受けるための中央領域(65C)および前記中央領域(65C)および前記空洞(69)の側部の間に位置する周辺領域(65P)を備えたもの、前記空洞(64)の底部(65)の前記中央領域(65C)上に一方の面(63)が装着された整流器ダイ(66)、前記整流器(66)の第2の、対向する、面(67)に取付けられかつ前記ベース(62)から離れるように伸びている金属電極(70)、前記ベース(62)に固定されまたは一体化され、前記中央領域(65C)および前記空洞(69)の側部との間に位置し、かつ前記空洞(64)の底部(65)から前記第1の面に向かって途中まで上方にかつ外側方向に伸びている傾斜壁部(80)、前記整流器ダイ(66)のエッジ(76)および傾斜壁部(80)を覆う前記空洞(64)内の封入材(88)、を具備することを特徴とする整流器(60)。

【請求項2】 半導体ダイ(66)を受けるための中央領域(65C)および少なくとも部分的に前記中央領域(65C)を囲みかつ前記底部(65C)から前記半導体ダイ(66)を越えて上方方向に伸びている壁部(80)を備えた空洞(64)をその中に有する金属ベース(62)を提供する段階であって、前記壁部(80)は前記中央部(65C)から外側に傾斜しかつ前記半導体ダイの厚さ(82)を越える高さであるもの、前記半導体ダイ(66)を前記中央部(65C)に接合する段階、電気的リード(70)を前記半導体ダイ(66)に取付ける段階、そして封入材(88)により前記空洞(64)を実質的に満たしかつ前記壁部(80)を囲む段階、を具備することを特徴とする半導体装置(60)を製造する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、改良された半導体装置のための手段および方法に関し、かつより特定的には改良されたソリッドステート整流器およびそのための方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 ソリッドステートダイオードは多くの電子的な用途、特に車両用電気システムと組み合わせて広く使用されている。車両における最大の用途は車両用オルタネータにおける整流器としてである。しばしば、ダイオードはシリコンダイオードチップを用いて構成され、該シリコンダイオードチップはニッケルコートされた金属ベースに半田付けされた1つの面を有しかつ該チ

ップの他の面にはニッケルコートされた銅リードが取り付けられている。該チップは何等かの形式の封入部により覆われている。該ベースは通常オルタネータのエンドベルに取り付けられた整流器ブリッジアセンブリに圧着または圧入(press-fit)、クランプ、または半田付けされるよう設計される。極めて多数のオルタネータのダイオードが毎年々々種々の形式で作られてきている。

【0003】 図1は、車両の用途に有用な、1つのそのような、従来技術の、圧着ダイオード10の単純化した側面および部分切断断面図を示す。ダイオード10は空洞14を備えた円筒状ベース12を有する。ベース12の下面11は伝統的には熱除去のために使用される。半導体ダイ16の下面13は半田18により空洞の底部15上に取り付けられている。ダイ16は少なくとも1つのPN接合を含む。リード20は半田24によりダイ16の上面17に取り付けられた平坦部22を有する。そのようなリードは技術上「ネイルヘッド(nail-head)」リードと称される。ダイ16のエッジ26は覆われかつ、たとえば、シリコンゴムのような封入材30により空洞14の残りの空間が満たされている。ストレス除去用バンド32がしばしばリード20に設けられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述のダイオード10は製造するのに簡単でありかつ比較的低価格であり、さらに長年にわたり広く使用されてきているが、それは技術上よく知られた数多くの制限を受ける。たとえば、ダイオード10が温度サイクルにさらされると(たとえば、電力を印加しかつ除去することにより)、種々の部分の異なる膨脹および収縮が生ずる。これは半田接合18、24の疲労を引き起こし、これは結果としてクラックまたは分離を引き起こしそれによりダイオードが電気的に不動作となるかあるいは高い抵抗になる。

【0005】 他の問題は封入材30の収縮に関連している。もしベース12に対する封入材30の接着が完全でなければ封入材30はそれが加熱または冷却されるときにベースから分離するかもしれない。半田の疲労による欠陥と組み合わせられたとき、これはダイオードの機械的欠陥につながり得る。

【0006】 そのような従来技術の装置に関連するこれらおよび他の問題を克服するために数多くの努力が行われてきた。図2は、ここに参照のため導入される、米国特許第3,743,896号ウェルスケ他、および第3,717,523号ダンシェに記載されたものと同様の従来技術の圧着ダイオード34の単純化した側面および部分的切断断面図を示す。装置34は空洞38を有するベース36を備えている。ダイ16が、図1と実質的に同様にして、半田18により空洞38の底部15にかつ半田24によりリード20の平坦なネイルヘッド22

3

に取り付けられており、かつパッシベーション28（たとえば、シリコンゴム）がダイエッジ26上に設けられている。ダイオード34においては、リード20のネイルヘッド22が環状スプリングワッシャー39によりダイ16に対して押圧されており、該環状スプリングワッシャー39は電氣的絶縁材料の内部環状ふた40により押圧された状態で保持されている。環状ふた40はベース36の内側に曲がった壁部41により空洞38内の定位に保持され、該壁部41はダイ16、半田18、24、パッシベーション28、スプリング39およびふた40が空洞内に導入されかつスプリング39により押圧されたのち曲げられる。外部カバーまたは封入部42（たとえば、エポキシ樹脂）が次に内部ふた40およびベース36の壁部41の上に与えられる。

【0007】図2の構成の利点は半田18、24が熱的サイクルによる疲労のため欠陥となってもスプリング39、ふた40および壁部41がリード20、ダイ16およびベース36と一緒に保持していることである。従って、ダイオードは半田の欠陥のポイントまで熱的サイクルを経た後であっても電氣的に動作し続けることができる。これは信頼性の見地から大きな利点であるが、図2の構造は他のものと比較してかなり複雑でありかつ多くの用途において許容できないほど高価である。

【0008】オルタネータその他のためのアキシャルリードダイオードの熱的または電力的サイクル性能を改良するために従来技術において試みられてきている他の方法が図3に示されている。この装置は空洞よりはむしろベDESTALを有するベースを使用する。ダイオード43は外部熱伝達面11'およびベDESTAL45を備えたメタルベース44を有する。ベDESTAL45の平坦な上面は図1から図2のダイボンディング領域15に類似するダイ取り付け領域15'を形成する。ダイ16'の下面13'は半田18'によりベDESTAL45のダイ取り付け領域15'に取り付けられかつリード20'のネイルヘッド22'は半田24'によりダイ16'の上面17'に取り付けられており、これらは図1から図2に対するものと同様である。

【0009】装置43はベース44に対しその周辺近くにかつ実質的にベDESTAL45上のダイ取り付け領域15'の高台部の下に取り付けられた環状プラスチックスリーブ46を有する。環状突出部47がスリーブ46に向けてベDESTAL45から延びるように設けられている。パッシバント48がダイエッジ26'上に設けられかつ封入プラスチック49がネイルヘッド22'を覆いかつスリーブ46およびベDESTAL45、突出部47およびパッシバント48の間の残りの空間を満たすよう与えられている。図3の装置は図1の構造に比較して熱的疲労に対する改良された対応力を提供するが、それは前記問題を除去するものではない。さらに、図3の装置は付加的な部品を必要とし、かつ他の条件が同じであ

4

ば、ダイ16および熱伝達面11'の間のより大きな熱的インピーダンスを有する。

【0010】そのようなダイオードの設計および製造に至る長い持続的な使用および非常な技術的開発努力にも係わらず、数多くの問題および欠点が残っている。たとえば、チップ面に半田付けされたリードがしばしば普通のテンションで欠陥となり、封入材がリードの曲げおよび振動の間にクラックを起こしあるいは割れ目を生じ、チップおよびベースの間および/またはチップおよびリードの間の半田接合が温度および電力サイクルのもとで疲労しかつ欠陥となり、および/または完成されたダイオードが不当に高価なものとなる。従来技術の手法のいずれも技術上よく知られたこれらおよび他の欠陥を克服していない。従って、適切なリードの引っ張り強度および改良された破滅的な熱サイクルの欠陥に対する改良された抵抗力を有するがそれでも低価格である改良された構造および製造方法を備えたダイオードの必要性が存在し続けている。

【0011】本発明の目的は、ソリッドステート装置、特に車両の用途のために適した半導体ダイオードの改良された構造および方法を提供することにある。

【0012】本発明のさらに他の目的は、適切なリード引っ張り強度および改良された温度および電力サイクル許容度を有しながら、そのような構造を最小の数の部品および低価格の材料および構造を用いて実現することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段および作用】上記のおよび他の目的および利点は、（1）対向する第1および第2の主表面および空洞を備えた金属ベースであって、前記空洞は前記第1の面から前記ベース内に延びており、この場合前記空洞は底部および該底部と前記第1の面との間に延びている側部を有し、前記空洞の底部は半導体ダイを受けるための中央ダイ接合領域および該中央領域と前記空洞の側部との間に位置する周辺領域を有するもの、（2）ひとつの面が前記ダイ接合領域上の中心に装着された半導体ダイ、（3）前記半導体ダイの対向する、上部の面に取り付けられかつ前記ベースから離れるように延びている金属電極、（4）前記ベースに固定されまたは前記ベースと一体化され、前記ダイ接合領域と前記空洞の側部との間の周辺領域に位置し、かつ前記空洞の底部から上方向にかつ外方に前記第1の面に向かって途中まで延びている傾斜した壁部、および（5）前記半導体ダイのエッジを覆いかつ前記傾斜した壁部を包む前記空洞内の封入部、を具備する結合体によって提供される。

【0014】前記傾斜した壁部は前記ベースと一体化され、前記壁部の付け根は前記空洞内に前記ダイ接合領域とほぼ同じ高さまたはそれに近接して配置され、かつ前記傾斜した壁部の頭部は前記ダイの上面より上に延び

5

ていることが望ましい。前記金属電極は整流器のダイの上部面と電氣的に接触する平坦な（ネイルヘッド）部分を有する。一般的に、前記壁部の頭部は前記リードのネイルヘッドの上面とほぼ同じ高さにあるのが望ましい。

【0015】前記壁部は前記ダイ接合領域に対する垂線に関し約15度外側に傾いていることが望ましい。さらに、前記モールドされた封入部は前記半導体ダイと接触するパッシベーション部および前記パッシベーション部と前記壁部とを覆いかつ実質的に前記空洞を満たすより高い機械的強度の部分を具備することが望ましい。

【0016】上に述べた装置は好適には、（1）半導体ダイを受けるための中央ダイ接合領域を有する底部および前記ダイ接合領域を少なくとも部分的に囲みかつ前記ダイ接合領域とはほぼ同じ高さから上方に延びている壁部を備えた空洞をその中に有する金属ベースを提供する段階であって、前記壁部は前記ダイ接合領域から外側に傾斜しかつ、望ましくは、前記半導体ダイの上部面にまたは該上部面より上に延びる高さを有するもの、（2）前記半導体ダイを前記ダイ接合領域に接合する段階、

（3）電氣的リードを前記半導体ダイに取り付ける段階、そして（4）封入材料で前記空洞を実質的に満たしかつ前記壁部を覆う段階、を具備する方法によって製作される。

【0017】前記充填段階は、最初に、前記ベースおよび前記リードの間の半導体ダイのエッジを不動態化（passivant）材料で覆い、かつ次に封入材料で前記空洞を充填しかつ前記壁部を覆う段階を備えることが望ましい。さらに、前記接合段階は前記ダイを前記ベースにろう付けする段階を備えかつ前記付着段階は前記リードを前記ダイにろう付けする段階を具備することが好ましい。また、これは必須のものではないが、前記接合および付着段階は実質的に同時に行われることが望ましい。

【0018】前記充填段階に先立ち、前記ベースおよびリードの間のダイのエッジを上方に延びている壁部をダムとして使用することにより不動態化材料で覆うことが望ましい。該不動態化材料は前記充填段階に先立ち熱処理されるべきである。本発明の方法および構造は熱処理（curing）に際しわずかに収縮する封入材料とともに使用することが特に適切である。これは本発明の特定のな特徴である。

【0019】

【実施例】従来技術については図1から図3を参照して先に説明した。これらの従来技術および他の従来技術の装置に関連する問題は図4に示される構造によって克服され、図4は本発明の好ましい実施例に係わるダイオードの単純化された側面および部分的切断断面図を示す。ダイオード60はその中に空洞64を有する金属ベース62を具備する。ベース62の下面61は伝統的な熱抽出面を形成する。空洞64は実質的に平坦な中央領域65Cを備えた底部65を有し前記中央領域65C上には、技術上よく知られた他の固着手段も使用できるが、半田68により半導体ダイ66（たとえば、整流器ダイオード）の下面63が装着されている。空洞64はベース62の側部69によって囲まれている。

10

【0020】中央ダイ接合領域65Cは空洞底部65の周辺領域65Pにより囲まれている。ダイ66は上部面67を有し、該上部面67は、もちろん技術上よく知られた他の接合手段も用いることができるが、半田74によりリード70の平坦な「ネイルヘッド」部分72に結合されている。ダイ66、半田68、74、リード70およびリードヘッド72は図1から図3のダイ16、半田18、24、リード20およびリードヘッド22と機能上類似している。ベース62は好適には銅、またはアルミニウム、または鉄、または他の金属、またはそれらの組み合わせあるいは積層からなる。OFHC銅が好ましい。リード70は好適には銅、またはアルミニウム、または鉄、または他の金属、またはそれらの組み合わせからなる。OFHC銅が好ましい。ダイ装着領域65Cおよびリード70のネイルヘッド部72の下面72Lは好適にはニッケルメッキされる。

20

【0021】ベース62の空洞64の底部65から上方にかつ外方に延び、中央ダイ接合領域65Cの横方向外側に壁部80がある。壁部80は実質的に中央領域65Cを囲み、すなわち、平面図でそれ自体で閉じる連続的な境界壁であることが望ましいが、これは必須のものではない。それは中断されてもよく、すなわちそれらの間にギャップを有する1つまたはそれ以上の離れた部分からなってもよい。さらに、それは平面図において円形である必要はなく、四角形でもよくまたは円、楕円、矩形または他の多角形の一部を形成する部分でもよい。

30

【0022】壁部80のダイ66を含む底部65の中央領域65C上の高さ81はダイ66の上部面67の高さを超えることが望ましく、より都合よくは少なくともヘッド部72の下面72Lの高さ83に少なくとも等しいかまたはこれを超え、かつ好ましくは空洞底部65の中央領域65C上のリード70のヘッド部72の外周における上部面72Uの高さ84とほぼ等しくされる。壁部80は空洞64の底部65Cの垂線に関し角度86だけ外側に傾斜することが望ましい。角度86は約3〜60度であることが有用であり、都合よくは約5ないし45度であり、かつ好ましくは約10ないし20度であり約15度が典型的なものである。壁部80は、図4における断面図で見た場合、外側に曲線的に、直線的にまたは複合様式で、あるいはそれらの組み合わせ様式で傾いてもよい。それが外側に傾いていることのみが本質的なものである。

40

【0023】壁部80はベース62の一体的な部分であってもよく、あるいは同じまたは異なる材料で別に形成されかつそこに取り付けられてもよい。壁部80がベ-

7

ス62の一体化部分として形成されることが好ましい。ベース62は好適には打出し(stamping)、ヘッディング(heading)、鍛造、エッチング、旋盤、機械加工またはそれらの組み合わせにより形成され、衝撃押し鍛造が好ましく、かつ壁部80は便宜的には同時に同様の方法によって形成される。好適には、最初に壁部80を上向きの、垂直な位置に、たとえば上向きの円筒として形成し、かつ次に、第2の形成操作において、上向きのシリンダの上端を半径方向にその側部が所望の壁部角を有する円錐の側部を形成するまで引き延ばすのが好ましい。この第2の形成操作は好適には円錐形状の道具を用いて行われる。

【0024】ダイのエッジ76は望ましくは不動強化材料78、たとえば、ポリイミドまたはシリコンゴムによって覆われ、かつ空洞64の残りの部分は実質的に封入材88、たとえば、エポキシにより充填される。封入材88は少なくとも壁部80の外側面80Fの回りに延びなければならない。封入材88は実質的に外側壁面80Fおよび空洞側部69の内面85の間を満たすことが望ましい。

【0025】壁部80は本発明の装置の改良された熱的サイクル行為およびリード引っ張り強度に材料的に貢献するいくつかの重要な機能を提供する。最初に、壁部80の面80Fを外側に傾けかつ封入材88によって覆うことにより、封入材88が壁部80を取り壊しあるいは破壊または領域89の封入材88の部分を破壊除去することによる場合以外はベース62から分離できない。

【0026】第2に、壁部80の面80Fを外側に傾けることにより、熱処理における封入材の収縮84は封入材88をベース62内に保持する傾向となる。外側に傾いた壁部面80Fは封入材88が熱処理の間に縮むに応じてベース62の下面65に対し封入材88をより強固に押圧する楔(wedge)として作用する。これは逆の効果をも有するいくつかの従来技術の構成に用いられている内側に傾いた壁部と対照的なものである。従って、封入材88が過剰な収縮により周辺の空洞側壁面85においてベース62から分離しても封入材88は壁部80の面80Fの外側への傾斜によって与えられる楔作用のため上に延びる壁部80においてベース62に対し固く封入されたままとなる。

【0027】第3に、ベースのダイ接合領域の周辺から上方に延びている壁部80の位置および壁部80の高さが少なくとも上部ダイ面の高さに等しくかつ好ましくはやや高いことの組み合わせはダイのエッジ76のすぐ近くに不動強化材料78を束縛するための都合のよいダムを提供する。他のことが同じであれば、このことは効果的な不動強化に必要な材料の量を低減しかつ製造コストを低下させる。このことは本発明の特定的な特徴である。

【0028】第4に、ベースのダイ接合領域の周辺に接

8

近した壁部80の位置および壁部の高さが上部ダイ面の高さに少なくとも等しくかつ好ましくはリードのネイルヘッドの頭部の周辺部の高さにほぼ等しいことの組み合わせは壁部ロッキング面80Fおよびリードのネイルヘッド72を比較的互いに近付ける。これは本発明の特定的な特徴でありかつ実質的には増大された頑丈さを有する装置を提供しかつ従来技術の装置に対する本発明の装置の改良された結果に実質的に貢献するものと信じられる。

【0029】たとえば、図3の従来技術の装置における外側に傾斜した突出部47もまた封入部49のいくらかのロック作用をベース44に与えるかもしれないが、突出部47はダイ接合領域15'およびダイ16'の高さよりかなり下に位置しており、かつリードのネイルヘッド22'からかなりの距離50にある。突出部47によって与えられる図3の装置のプラスチック封入部49のロック作用のかなりの部分は突出部47およびネイルヘッド22'の間の距離50にわたり放散されかつネイルヘッド22'をダイ16'と接触状態に保持するのにほとんど貢献しない。これに対し、本発明は、たとえば図4に示されるように、壁部80をダイとほぼ同じ高さにかつその上端をリードのネイルヘッド72と実質的に同じ高さに配置する。従って、壁部面80Fのロック作用のリードのネイルヘッド72への結合は大幅に改善され、かつ本発明の装置の頑丈さおよび温度サイクルに対する抵抗力はより良好である。

【0030】本発明の設計のさらに別の特徴は外側に傾斜する壁部80を金属ベース62の側部69によって囲まれた空洞64と組み合わせて使用することである。ダイ接合領域65C、ダイ66および壁部80は金属ベース62の空洞64内に配置されている。これはこのような組み合わせを用いなかった従来技術の装置と対照的なものである。図1および図2の装置は壁部80を欠いておりかつ図3の装置はデバイスを金属ベース44の上のペDESTAL45上に載置している。図3の装置においては、周辺壁46はプラスチック製であり単に熱処理の間封入部46を保持するために働くにすぎない。本発明の装置においては、空洞64は金属ベース62の一部である側部69によって囲まれている。その結果、封入部88、89が温度変化に応じて膨脹および収縮したとき、かつ膨脹温度係数(TCE)が金属ベース62のそれを超えると、ベース62の側部69は封入部88、89を圧縮状態に保持する。傾斜した面80Fとの組み合わせにより、これは封入部をベース62およびリードヘッド72に対しより強固に押圧し、それにより高い温度に対する丈夫さを改善しかつ信頼性を改善する。これは本発明の特定的な特徴である。

【0031】車両のオルタネータの応用に有用な典型的なダイオードはリード70の長い軸の回りに回転対称である。それらは圧着またはクランプされた変種である。

たとえば、ベース62は外径約10～15mmおよび高さ約5～9mmを有する円形である。空洞64は典型的には側辺（正方形または長方形）において約3.2から5.2mmまたは直径（円形）約3～7mmからの大きさにわたる半導体ダイを収容するために直径およそ6～8mmまたはそれ以下の平坦な、中央ダイ装着部を有している。リード70は約3～6mmの直径のヘッド部分72およびヘッドの周辺で約0.3～3mm、典型的には約0.5～1.5mmの厚さを有している。ベース62から伸びているリード70の部分は典型的には約1～2mmの直径を有している。リード70の長さは用途によって変化するが、典型的には約10～25mmである。壁部80は便宜的には約0.1～0.5mmの厚さ（典型的には約0.28mm）でありかつダイエッジから約0.5～2mm離れておりあるいはリードのヘッド72の外周から約0.5～3mm離れており、どちらが壁部に最も接近してもよく、かつ空洞の側壁面85から約0.5～2mm離れている。

【0032】壁部80は便宜的には約1～2mmのベース62の底部65C上の高さ81を有しており、これは典型的には約1.2～1.3mmであり、約0.1～0.3mmの範囲の厚さ82を有するシリコンダイについては約1.25mmが好ましい。リードヘッド72の下面72Lは約0.5～0.5mmの高さ83を有しかつリードヘッド72の上面72Uはダイ装着領域65C上に約1.0～3.5mmの高さ87を有しこれは典型的には約1.3mmである。半田68,74は典型的には約0.05～0.15mmの厚さである。上部ネールヘッド面72U上の封入部88の厚さ90は望ましくは少なくとも1.5mmでありかつ好ましくは2～4mmまたはそれ以上である。リードヘッド72の上面が実質的に平坦でないところあるいは傾斜が図4に例示されているものよりずっと大きい場合は、リードヘッド上の封入部の付加的な厚さが与えられそれによりリードヘッドが露出するかあるいはその上のプラスチックが不当に薄くかつ弱くなることを防止する。

【0033】最小の空洞の深さは実質的にダイ、半田、リードヘッド、およびリードヘッド上に望まれる封入部の厚さの組み合わせられた高さによって決定される。より深い空洞を用いることができる。空洞の深さが最小値に等しいかまたはそれを超えている限り、封入材の必要量は空洞の側壁のリム上に封入材を積み上げる必要なくリードヘッド上に存在するであろう。封入材の上面は、所望の量の封入材がリードヘッド上に維持されている限り、ベースの側壁の頭部とほぼ同じレベルにすることができ、あるいは中央リードに向かって下りまたは上り傾

斜とすることができる。一般に、リードヘッド上の封入材がより厚くなればなるほど、装置はより強くなる。しかしながら、空洞の直径の約半分をずっと超えるリードヘッド上の封入材の厚さはそれ以上の強度をほとんど付加しない。リードの平坦化されたヘッドを覆う封入材は十分な厚さとしそれによりリードヘッドをダイに対して保持する上で半田を補助しかつリードに対するテンションに対抗するために機械的強度を与えることが重要である。ベースの高さおよび空洞の深さはダイの厚さ、半田の厚さ、およびリードヘッドの厚さに応じて、リードヘッド上に所望の封入材の厚さを提供するために調整できる。

【0034】約73～78%のシリカを有するシリカ充填エポキシが封入材88として好ましいが技術上よく知られた他の封入材料も用いることができる。耐火充填材がエポキシをより堅くかつ強くする。封入材88の熱膨脹係数(TCE)は金属ベース62のそれと実際上できるだけ近いことが望ましく、かつ金属ベース62のTCEより小さくないことが好ましい。

【0035】本発明の装置構造および方法と組み合わせで使用されるいくつかのものを含む、多くの封入材料は強固に充填した場合にも、熱処理に際しやや収縮する傾向を有している。本発明は収縮を示す封入材によってよく効果を上げ、そのような収縮にもかかわらず極めて優れた熱サイクル許容度およびリード引っ張り強度を提供する。これは本発明の特定のな特徴である。

【0036】上に挙げたものとほぼ同様の寸法を有しかつ図1、図3および図4に対応する構成を有する装置がそれらの相対的な耐久性を評価するために熱的（電力）サイクルストレス試験にさらされた。図2に示された形式の装置は試験されなかったがそれはそれらの実質的により高いコストがそれらを、たとえ優れた電力サイクル性能が予期されても、多くの用途に対して不適切にするからである。前記装置がIF=30アンペアの順方向電流を印加しかつ除去することによりTmin=40℃およびTmax=175℃の間で反復的に繰り返された。ON/OFF期間はそれぞれ約90/120秒であり、かつ装置がTminおよびTmaxのプリセット値に到達することにより自動的にトリガされた。

【0037】一群の装置が反復的電力サイクルにさらされかつ次に電氣的欠陥、すなわち、その電氣的特性があらかじめ試験された値からかなり離れている装置のパーセンテージを決定するために種々の間隔で電氣的に試験された。次の結果が得られた。示された割合の欠陥に到達するための電力サイクルの数

試験ロットID	10%	50%
=====	=====	=====
A	3600	5000
B	4500	6500

11

C

5700

12

7000

D

8000

20000

示されたパーセンテージの欠陥に到達するのに必要な電力サイクルの数は技術上よく知られた手段を用いるワイヤブル曲線から決定された(たとえば、1961年、ロンドン、パーガモン出版、ダブリュ・ウィーブル、「疲労試験および結果の解析」、および機械応用ジャーナル、1951年9月、293ページ、ダブリュ・ウィーブル「広い用途の統計学的分配関数」を参照)。

【0038】識別子A~Dは種々のダイオード製造者によって製作されたデバイスのグループを言及している。グループAの装置はモトローラ・インコーポレーテッドにより製造され、かつほぼ図1に示される構造を有している。グループBの装置は競合会社によって製造されかつ図3に示された構造を有している。グループCの装置はモトローラ・インコーポレーテッドにより製造され、かつ図5に示す構造を有している。

【0039】図5は、空洞93を有するベース92、ネイルヘッド95を有するリード94、ここに述べた他の装置とほぼ同様にしてベース92とネイルヘッド95との間に半田付けされたシリコンダイ96、および封入部97を有する軸リード(axial lead)、圧入ダイオード91の非常に単純化した断面図である。ベース92は中央リード94の方向に内側に曲がった側壁部98を有しそれにより封入部97の部分99が内側に傾斜する側壁部98とリードヘッド95の上面との間に捕捉されている。

【0040】グループDの装置はモトローラ・インコーポレーテッドにより製造されかつ本発明の好ましい実施例に従い、図4に示される構造を有している。これらの装置は図1の従来技術の構成に対し電力サイクル許容度において122~300%の改善、図3の従来技術の装置に対し77~208%の改善、そして図5の装置に対し40~185%の改善をもたらしている。これは温度(電力)サイクル性能において非常に意義のある改善でありかつ本発明の装置が従来技術または他の装置に比較して実質的にかなり改善された信頼性を有することが期待できることを示す。

【0041】電力サイクル行為の他に、本発明の装置のリードの堅さ(stiffness)および引っ張り強度もまた測定された。本発明の装置はセ氏190度において1074kg/cmの軸リード堅さを有することが発見された。このリード堅さはリードの弾性限界内で測定される。大きなリード堅さを有することが望ましい。引っ張り強度はリードを破壊またはそれを装置から引き取るために必要な力によって決定される。本発明の構成によれば、リードの引っ張り強度はリードワイヤそれ自体の欠損強度に対応したが、これはすなわちリードが破壊のために引っ張られた場合、封入部の外部のリードワイヤがリードのダイまたは封入部からの何等かの分離

が起こる前にあるいは装置の内部のリードまたはリード接合の他の欠陥が起こる前に破損した。

【0042】図6は、本発明の他の実施例を二重、「ダブルスラグ(double slug)」ダイオードの形で示す。ダイオード100は、それぞれ、ダイ106、107およびスラグコンタクト108、109を含む対向した空洞104、105を有する。壁部110、101およびダイ106、107およびコンタクト108、109は図4の空洞64におけるものとほぼ同様にして与えられる。スラグ108、109には封入部112、113における保持力を助けるためにノッチ114、115が設けられている。単一の「ダブルスラグ」ダイオードは1つのダイを省略しかつ対応するスラグを図7に示されるようにベースの一部として形成することによって得られる。図7においてはプライムの付された参照番号が用いられ図6に関連して示されたものと類似の領域を示している。

【0043】本発明の改良された装置は次のような方法によって形成すると好都合である。好ましくはOFHC銅によって作られるベースは特定の装置の下面形状(footprint)に適合するために希望される何等かの外部構造と組み合わせて図3に示される内部空洞構造を有するように形成される。当業者が理解するように、該空洞の横方向寸法は収容されなければならないダイの寸法に依存しかつ、該ダイがより大きくなればなるほど、該空洞もより大きくなる。本発明の外側に傾斜した壁部はベースの一体化部分として形成されかつ該ベースと同時に形成されることが望ましいが、これは必須のものではない。外側に傾斜する壁部の根元は望ましくはダイの横方向周辺部の外側に約0.5~2mm間隔をおきあるいはリードの平坦化されたヘッド部分の横方向周辺部の外側に約0.5~3mmの間隔をおき、いずれか大きい方とするのが望ましい。もし壁部の根元およびダイ装着領域65Cが同じ高さを有しておれば、壁部はダイの空洞の底部65C上の上部面またはリードヘッドの底部の高さより典型的には約0.5~1.5mm大きな高さを領域65C上に有しかつその周辺部においてネイルヘッドの上部面とほぼ同じ高さとなる。壁部80はリードヘッド72に接触すべきではなく、これはそうすることにより装置をショートさせるからである。

【0044】壁部80の頭部および側壁面85の間のギャップは狭すぎないことが重要である。もしそれが狭すぎると壁部80の頭部と側壁面80の間のギャップ内にその位置における必要な機械的強度を提供するためには不十分な封入材が存在することになるかもしれない。たとえば、リード70に引っ張り力が及ぼされたときあるいは異なる熱膨脹または収縮がリード72に上方向の力を生成したとき、この引っ張りまたは前記力は部分的に

13

リードヘッド72上の封入材88に伝達され、次に壁部80の頭部と側壁面80の間の封入材88の部分を通り、次に傾斜した壁面80Fと側壁面85の間の封入材領域89に、そして次に壁部80に伝達される。もし壁部80の頭部および側壁面85の間のギャップが狭すぎると、その中の封入材が不十分な強度を有することになりかつ装置の加熱または温度サイクルの間にひび割れを生じあるいはリードの引っ張り強度に壊れるかもしれない。従って、適切なリードの引っ張り強度および熱的サイクルの耐用性を達成するためには、このギャップはあまりに狭すぎないことが重要である。

【0045】ほぼギャップ幅とギャップの周囲長さの積によって決定される、ギャップ領域は十分大きくなるべきであり、それによりその領域における封入材のストレスが注目温度における封入材料の欠損ストレスより低くようにすべきである。ここに述べた説明に基づき、当業者は最小のギャップ領域、周囲長さおよび幅を使用を意図する特定の封入材料および注目温度において遭遇することが予期される引っ張り力または膨脹/収縮力に応じてどのように決定するかを理解するであろう。

【0046】また、もしギャップが狭すぎると、封入材88が壁部80の頭部を通り壁部80および側壁面85の間の領域89に流れ込むことが非常に困難になる。領域89は封入材によってほぼ充填されることが望ましい。簡単な概略方法は外側に傾く壁部80の上端が好ましくは空洞の側壁85に壁部の高さの約半分の量84より近くに接近すべきではないということである。

【0047】壁部80は封入材88、89を通してそこに伝達される上方向の力に耐えなければならない。これは壁部80の断面領域（これはほぼ壁の厚さ×壁の周囲長さに等しい）を壁部の材料のたわみ強度（すなわち、非弾性欠損のための力/領域）により最大の予期される上方向の力を除算することにより決定される領域より大きくすることにより達成される。当業者は本明細書の説明に基づきいずれかの特定の装置構成に対する最小の必要な壁部の断面領域（そして周囲長さおよび厚さ）をどのようにして決定するかを理解するであろう。

【0048】ベース、ダイおよびリードは都合よくは半田プリフォーム（preforms）の使用により取り付けられるが、技術上良く知られた他の接合手段もまた用いることができる。半田プリフォームが使用されたものと仮定すると、ダイ接合プリフォーム、ダイ、リード接合プリフォームおよびリードは前記空洞に置かれかつ中央に位置合わせされる。これは種々の部品をそれらの意図された位置に保持するための治具を用いて行うと都合である。

【0049】ベース、ダイ、リードおよびプリフォームは半田を溶かすために加熱されかつ次に半田が各部品と一緒に接合するために凝固するように冷却される。これを行うための手段および方法は技術上よく知られてい

14

る。ベース、ダイおよびリードは単一の加熱操作において付着できるが、2つの別個の加熱操作によって行うこともでき、すなわち最初にダイをベースに取り付けるためかつ次にリードをダイに取り付ける2つの別個の加熱操作で行うことができる。いずれの方法もうまくいくが、単一操作の使用が好ましい。

【0050】一旦ベース、ダイおよびリードが取り付けられると、ダイのエッジが望ましくは清掃されかつ不動態化材料（たとえば、ポリイミドまたはシリコンゴム）で被覆されそして技術上よく知られた手段により熱処理されるが、これは本質的なものではない。外側に傾斜した壁部は不動態化材料をダイエッジに近接して保持するための都合のよいダムとして作用しそれにより、他のことが同じであれば、より少ない不動態化材料が必要とされるようにする。

【0051】パッシベーションおよび熱処理ののち、封入材（たとえば、充填されたエポキシ）が技術上よく知られた手段を用いて上に向き、外側に傾斜した壁部を実質的に囲みかつ実質的に該空洞の残りの空間を満たすように加えられる。そのような封入を行うための材料および方法は良く知られている。

【0052】以上述べたように、当業者はここに述べた発明がソリッドステート装置、特に車両の用途に使用するために適した半導体ダイオードのための改良された構造および方法を提供することを理解するであろう。さらに、本発明の構造は最小数の部品および低価格の材料を使用し、製造が容易であり、かつ高いリード引っ張り堅さ、適切なリード引っ張り強度、機械的な丈夫さおよび低価格、を実質的に改良された温度（電力）サイクル許容度と組み合わせて提供する。この特性の組み合わせは実際の用途、特に車両電気システムにおいて非常に望ましい。

【0053】本発明が特定の実施例および実例、たとえば、軸リード圧入またはクランプダイオードに関して説明されたが、当業者は上の説明に基づき本発明は他の形式の電子的装置、たとえばかつ制限の意味ではなく、トライアック、トランジスタ、サイリスタその他に適用可能であり、かつ他の形式のパッケージ、たとえばかつ制限の意味ではなく、対称軸リード型、ノンアキシャルリード型、スタッド型、ボルトダウン型、その他に適用可能であることを理解するであろう。

【0054】さらに、本発明が空洞底部65の周辺部65Pおよびダイ接合部65Cが実質的に同じ高さである実施例によって説明されたが、これは本質的なものではない。周辺部65Pは中央部65Cよりより高くまたはより低くすることができる。重要なことは壁部80がダイ66に近接して配置されることであり、壁面80Fが外側に傾斜することであり、壁部80の頭部がダイ66の上面より高い、好ましくはリードヘッド72の上面とほぼ同じ、であることであり、壁部80がダイ66およ

15

びリードヘッド72をヘッド72および壁部80の間の接触なしに壁部80内に配置するために十分な製造上の許容差を許容しながら実用的な範囲でダイ66またはリードヘッド72にできるだけ近く配置されることであり、かつ壁部80の外側に傾斜した頭部が封入材が外側に傾いた壁面80Fを覆いかつ実質的に面80Fおよび空洞側壁85の間の空間を満たすことを妨げるように隣接の空洞側壁にあまりにも接近しないことである。

【0055】さらに、壁部80はほぼ一様な厚さでありかつそれが空洞底部65から延びる場合に外側に傾斜するものとして示されているが、これも必須のものではない。外側面80Fが外側に傾斜することのみが必須である。壁部80は一様でない厚さでもよく、その場合壁部80の内面、反対面80F、は面80Fより大きなまたは小さな角度で外側に傾いてもよく、かつまた内側に傾きあるいは垂直であってもよい。壁部80の両方の面が外側に傾斜することはそのような構成を形成する容易さのために好ましいものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術に係わる圧着ダイオードの単純化された側面および部分的切断断面図である。

【図2】他の従来技術に係わる圧着ダイオードの単純化された側面および部分的切断断面図である。

【図3】他の従来技術に係わる圧着ダイオードの単純化された側面および部分的切断断面図である。

【図4】本発明の好ましい実施例に係わるダイオードの単純化された側面および部分的切断断面図である。

【図5】比較試験を行うための他の圧着ダイオードの極めて単純化された側面断面図である。

16

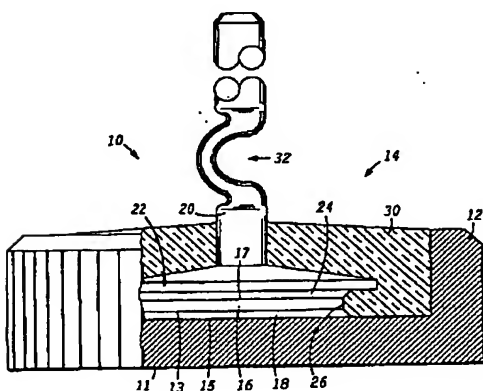
【図6】本発明のさらに他の実施例に係わるダイオードの極めて単純化された側面および部分的切断断面図である。

【図7】本発明のさらに他の実施例に係わるダイオードの極めて単純化された側面および部分的切断断面図である。

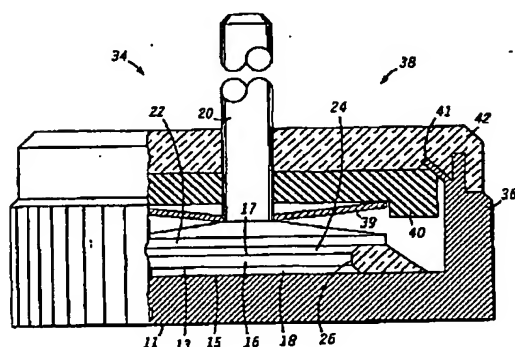
【符号の説明】

- 60 ダイオード
- 62 メタルベース
- 64 空洞
- 61 ベース62の下面
- 65 底部
- 65C 平坦中央領域
- 63 下面
- 66 半導体ダイ
- 68 半田
- 69 側部
- 65P 周辺領域
- 67 上面
- 70 リード
- 72 ネイルヘッド部
- 74 半田
- 80 壁部
- 76 ダイエッジ
- 78 不動態化材料
- 88 封入材
- 80F 外面
- 85 内面

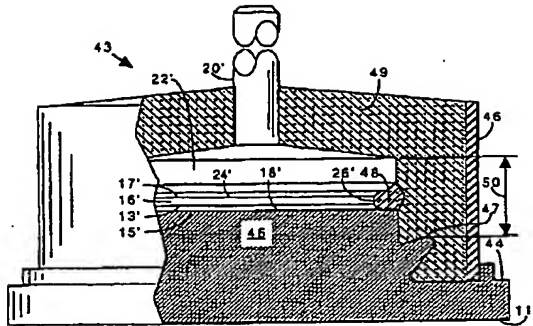
【図1】



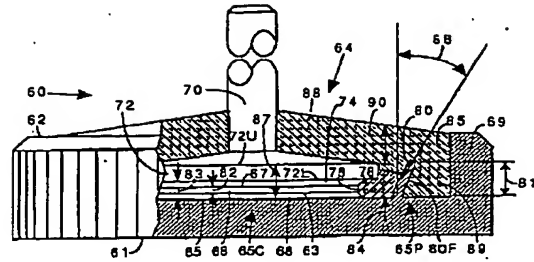
【図2】



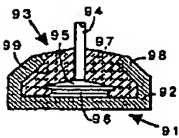
【図3】



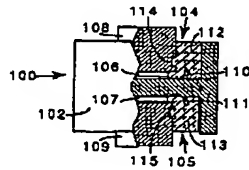
【図4】



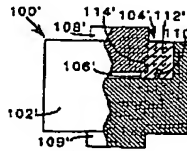
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 ビーター・ジェイ・ギルスビー
アメリカ合衆国アリゾナ州 85204、メサ、
イースト・ハーバー・ストリート 1821

(72)発明者 ジェイムズ・ジー・リッブマン
アメリカ合衆国アリゾナ州 85204、メサ、
イースト・デルタ・アベニュー 2038

(72)発明者 ヒープ・エム・リー
アメリカ合衆国アリゾナ州 85044、フェ
ニックス、イースト・ウインドソング・ド
ライブ 4221